

地震タイプを考慮した  $M_w$  に基づく加速度応答スペクトル推定式に関する基礎的検討

東電設計（株）技術開発本部 正会員 安中 正

## 1. まえがき

距離減衰式の地震規模として国際的にはモーメントマグニチュード ( $M_w$ ) を用いる例が多くなっているが、日本では、一部の式<sup>1)</sup>などを除き、気象庁マグニチュード ( $M_J$ ) を用いる例が多い。また、 $M_w$  に基づく距離減衰式では地震タイプの影響を考慮している例が多いが、 $M_J$  に基づく距離減衰式では、 $M_J$  を決定している周期帯と距離減衰式の対象周期帯が比較的近いことによると考えられるが、地震タイプの影響を直接考慮している例は少ない。ただし、マグニチュード項に対する補正を震源深さ項として考慮している式<sup>2)</sup>などでは、地震タイプの違いを震源深さの違いとして間接的に考慮している。 $M_w$  は物理的意味が明確であり、断層モデルと直接関係している。そのため、将来の地震による地震動の推定では  $M_J$  よりも使いやすい面がある。ただし、 $M_w$  を決定している周期帯と距離減衰式の対象周期帯がかなり離れているため、地震タイプの考慮が不可欠になると考えられる。本研究では、 $M_w$  に基づく距離減衰式（加速度応答スペクトル推定式）の開発を目標として、①地震タイプの分類、②地震観測記録から求めた加速度応答スペクトル推定式に対する震源特性<sup>2)3)</sup>と地震タイプの関係、③ $M_J$  -  $M_w$  関係の地震タイプ依存性に関して基礎的な検討を行った。

## 2. 地震タイプの分類

K-NET<sup>4)</sup>と気象庁95型震度計観測網による観測記録から震源特性を求めた111地震<sup>3)</sup>と気象庁87型強震計記録から震源特性を求めた388地震<sup>2)</sup>を対象として、Harvard大学のCMTカタログによる発震機構解を用いて、地震タイプを分類した。発震機構解が得られている地震は111地震中の101地震、388地震中の238地震である。地震タイプの大分類を表-1に、地域分類を表-2に、発震機構分類を表-3に示す。表-1と表-2の分類は地震の位置と深さに基づく分類であり、発震機構解が得られていない地震を含めて区分した。表-3の区分は大分類と発震機構解に基づく分類であり、発震機構解が得られている地震のみ区分した。

大分類Aは、プレート間地震が発生する深さの上限が一般に60km程度であることに基づいて区分しているが、この中にはプレート間地震だけでなく、プレート内地震も含まれている。典型的なプレート間地震は表-3でaに区分される地震であり、節面の1つがプレート境界面の形状と対応し、すべり方向がプレート相対運動と調和する地震である。大分類Bは、沈み込むプレート内で発生していると考えられる地震であり、典型的な発震機構としてプレートの傾き下がる方向にT軸が分布する場合（表-3のb）とP軸が分布する場合（表-3のc）を区分した。大分類Cは、陸的な地殻構造をもつ領域で発生する浅い地震である。表-2の日本海東縁部は大分類Cに対してのみ考慮した。

## 3. 震源特性と地震タイプの関係

震源特性を求める際の基準とした加速度応答スペクトル推定式

表-1 大分類

分類	大分類の区分
A	プレート境界付近の地震 I 深さ 60km 程度以下
B	プレート境界付近の地震 II 深さ 60km 程度以上
C	陸域地殻内の地震

表-2 地域分類

分類	地域分類の区分
1	千島海溝沿い
2	日本海溝沿い
3	伊豆小笠原海溝沿い
4	相模・南海トラフ沿い
5	琉球海溝沿い
6	日本海東縁部

表-3 発震機構分類

分類	発震機構分類の区分
a	プレート間（低角逆断層）
b	Down-dip Tension
c	Down-dip Compression
d	逆断層
e	正断層
f	横ずれ断層
g	その他（垂直断層など）

キーワード：応答スペクトル、震源特性、地震タイプ、モーメントマグニチュード、距離減衰式  
 連絡先：〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 TEL:03-4464-5562 FAX:03-4464-5595

（減衰 5%）は気象庁 87 型強震計記録に基づく最短距離式<sup>2)</sup>であり、震源特性を求める際には観測点の地点特性を考慮した。また、震源特性はそれぞれのデータ毎に全地震に対する平均がゼロとなるように調整して求めている。

観測点数が比較的多い 111 地震のデータに対し、大分類 A の震源特性の平均（実線）と平均±標準偏差（破線）を図-1 に、大分類 B を図-2 に、大分類 C を図-3 に示す。観測点数が 10 点以上の地震のみを用いた。図-1 では、プレート間地震（Aa）の震源特性の平均はほぼゼロ程度であるが、プレート内で発生していると考えられる地震（Ad-g）の震源特性は短周期領域でプレート間地震よりも大きい。図-2 のやや深いプレート内地震の平均はゼロよりやや大きく、Ad-g に近い。図-3 では日本海東縁部（C6）を除くと全般にゼロよりも小さい。

4.  $M_J$  と  $M_W$  の関係

Harvard 大学及び既往の研究により  $M_W$  が推定されている比較的大きな地震に対する  $M_J - M_W$  関係を図-4 に、図-4 でデータが少ない大分類 B の地震に対する  $M_J - M_W$  関係を図-5 に示す。地震タイプの区分は表-1～表-3 による。 $M_J - M_W$  関係は地震タイプにより変化しており、大分類 A の地震はプレート間地震（Aa）もプレート内地震（Ad&e）も  $M_W$  が  $M_J$  よりも全般に大きい。一方、大分類 C の地震は日本海東縁部（C6）を除くと  $M_W$  が  $M_J$  よりも全般に小さい。日本海東縁部（C6）では  $M_W$  が  $M_J$  とほぼ等しい。大分類 B の地震は C6 と C1-5 の中間的な傾向を示す。

5. あとがき

$M_W$  に基づく距離減衰式（加速度応答スペクトル推定式）の開発を目標として、地震タイプの分類、震源特性と地震タイプの関係、 $M_J - M_W$  関係に関して基礎的な検討を行い、震源特性に地震タイプに対応した傾向が見られること、 $M_J - M_W$  関係が地震タイプにより変化していることを示した。

参考文献 1) 司・翠川 (1999) 日本建築学会構造系論文集, 523, 63-70. 2) 安中・他(1997) 第 24 回地震工学研究発表会論文集, 161-164. 3) 安中(2002) 土木学会第 57 回年次学術講演会, I, 1671-1672. 4) Kinoshita (1998) SRL, 69, 309-332.

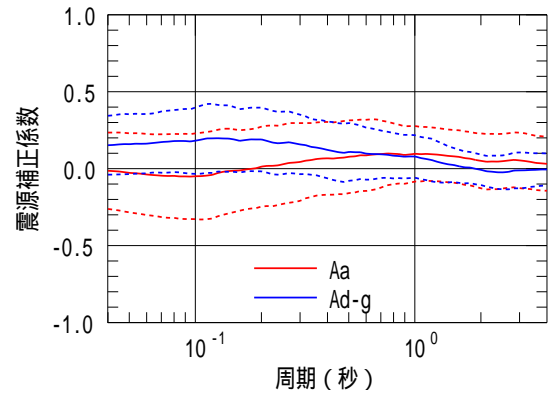


図-1 大分類 A の地震の震源特性

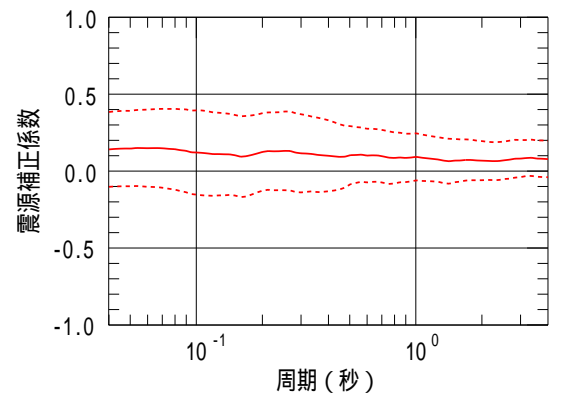


図-2 大分類 B の地震の震源特性

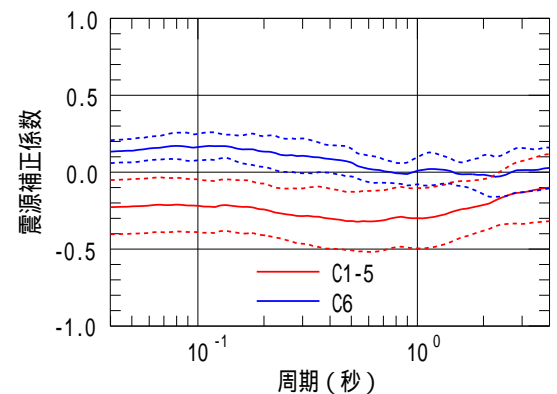


図-3 大分類 C の地震の震源特性

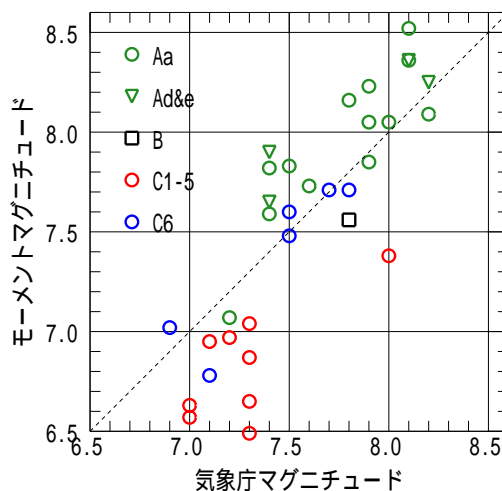


図-4 大きな地震に対する  $M_J - M_W$  関係

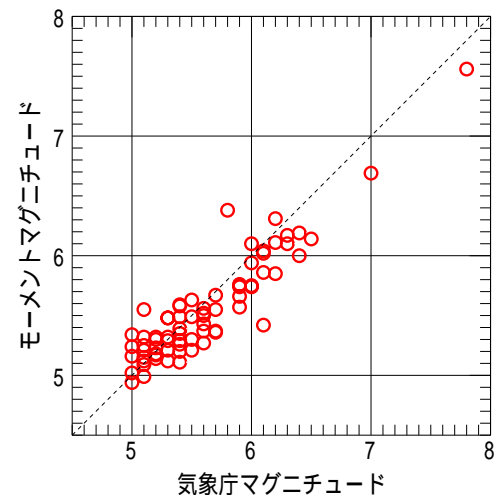


図-5 大分類 B に対する  $M_J - M_W$  関係